

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

1/1

105



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 11185418

(43)Date of publication of application: 09.07.1999

(51)Int.Cl.

G11B 21/21

(21)Application number: 09348285

(71)Applicant:

HITACHI METALS LTD

(22)Date of filing: 17.12.1997

(72)Inventor:

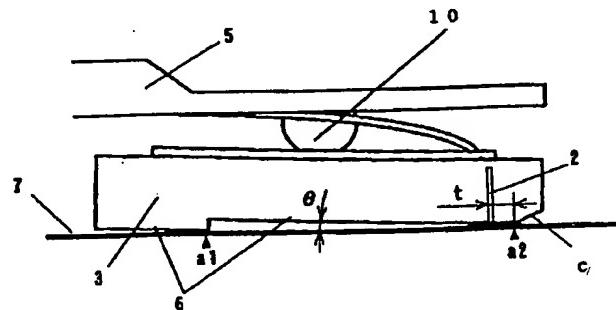
SUGIYAMA TAKASHI  
SUZUKI MASARU  
NITANDA FUMIO

## (54) FLOATING TYPE MAGNETIC HEAD

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To prevent mirror surface attraction from being generated, and to reduce the distance between a head cap and a disk by eliminating the corner part of the outflow end of a slider, and at the same time by allowing an air bearing surface (ABS surface) to be brought, into contact with a magnetic disk surface at a specific angle (not in parallel) to the magnetic disk surface when the magnetic disk stops.

**SOLUTION:** Preferably, an ABS surface 6 is constituted of a plurality of parallel surfaces with a step and a projection is provided at the side of an ABS surface 6 from a pivot 10 of suspension for supporting a slider body to the inflow end of a magnetic head slider 3. The ABS surface 6 stops while slanting to a magnetic disk surface 7 due to the projection and the step, thus reducing a contact area. When the angle between the ABS surface 6 and the magnetic disk surface 7 is set to  $\theta$  (rad), and the distance between the outflow end of the ABS surface 6 and an electromagnetic transducer 2 is set to (t), it is preferable that the value of (t) is less than 5 nm. When the value of (t) is reduced, the distance between the electromagnetic transducer 2 and the magnetic disk surface 7 can be minimized.



(51) Int. C1.6

G 11 B 21/21

識別記号

101

F I

G 11 B 21/21 101 Q

審査請求 未請求 請求項の数 5

OL

(全5頁)

(21)出願番号

特願平9-348285

(22)出願日

平成9年(1997)12月17日

(71)出願人 000005083

日立金属株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目1番2号

(72)発明者 杉山 隆

埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地日立金属株式  
会社磁性材料研究所内

(72)発明者 鈴木 勝

埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地日立金属株式  
会社磁性材料研究所内

(72)発明者 二反田 文雄

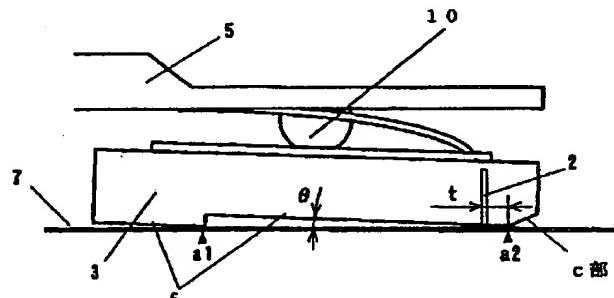
埼玉県熊谷市三ヶ尻5200番地日立金属株式  
会社磁性材料研究所内

## (54)【発明の名称】浮上式磁気ヘッド

## (57)【要約】

【課題】CSS方式の磁気ディスクドライブに用いられる浮上式磁気ヘッドに関し、ディスク回転停止時に鏡面吸着が発生せず、かつ電磁変換素子における浮上量を小さくできる磁気ヘッドを提供する。

【解決手段】停止時に磁気ディスク表面と接触するスライダ一面にABS面の流入端側に段差を設けたヘッドにおいて、そのABS面とディスク表面とのなす角をθ(rad)、ABS面の流出端と電磁変換素子との距離をtとしたとき、tθの値を5nm未満とした浮上式磁気ヘッド。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】スライダーの流出端近傍に電磁変換素子を備え、空気軸受け面（A B S面）を磁気ディスクに対向させながら所定の浮上量をもって前記磁気ディスクに情報を記録再生するコンタクト・スタート・ストップ方式を採用した浮上式磁気ヘッドにおいて、前記流出端の角部を取り除くと共に、前記A B S面が磁気ディスク停止時に磁気ディスク面に対し平行でない所定の角度を持って接触していることを特徴とする浮上式磁気ヘッド。

【請求項2】請求項1において、前記A B S面が段差のある複数の平行な面で構成することを特徴とする浮上式磁気ヘッド。

【請求項3】請求項1において、スライダー本体を支持するサスペンションのピボット点とスライダーの流入端までの間のA B S面側に突起を設けたことを特徴とする浮上式ヘッド。

【請求項4】請求項1～3のいずれかにおいて、A B S面とディスク表面とのなす角を $\theta$  (r a d)、A B S面の流出端と電磁変換素子との距離を $t$  とすると、 $t\theta$  が5 nm未満となっていることを特徴とする浮上式磁気ヘッド。

【請求項5】請求項4において、スライダーのディスク対向面のA B S面の流出端に接する面が、A B S面に對してある角度を持った斜面となっていることを特徴とする浮上式磁気ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はコンピュータ等に搭載される磁気ディスクドライブに用いられる磁気ヘッドに関し、特に静止時における磁気ディスクとの摩擦力を減少させる効果がある磁気ヘッドに関する。

## 【0002】

【従来の技術】コンピュータ等に用いられる磁気ディスクドライブは、磁気記録媒体である磁気ディスクの回転に伴って磁気ディスク表面近傍に生じる粘性流を利用して磁気ヘッドを浮上させる方式を採用している。図5に従来から使用されている磁気ヘッドの一例を示す。磁気ヘッド1は電磁変換器2がスライダー3の流出端近傍に固定された構造であり、スライダー3はジンバル4を介してスプリングアーム5に固定される。このスプリングアーム5は図示されてないボイスコイルモーター等によって駆動され、ヘッドの位置制御がなされる。上記磁気ヘッドはスプリングアーム5のバネの力でそのスライダーのA B S面6が磁気ディスク（図中では省略）に押しつけられているため、磁気ディスクが回転していないときは両者は接触している。また、動作中の磁気ヘッド1はピボット10を中心にしてその姿勢角を変えるようになっている。

【0003】磁気ディスクが回転すると、磁気ディスク面近傍に粘性流が発生し、この空気流がスライダーのA

B S面6に作用することにより、磁気ヘッド1は磁気ディスク表面から浮上する。この方式はコンタクト・スタート・ストップ（以下、CSSと省略）方式と呼ばれ、現在ほとんど全ての磁気ディスクドライブに採用されている方式である。良好な記録再生特性を得るために、この磁気ヘッドの浮上量は低いほどよく、安定に低い浮上量を確保するために、スライダーのA B S面6は様々な形状に加工されている。一般に、このA B S面6は図5に示すように滑らかな平面として形成され、磁気ディスクが停止している場合にはスライダーのA B S面6の全体が磁気ディスクの表面に接触することになる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような浮上式磁気ヘッドのスライダーは磁気ディスクの回転が停止している時には、接触している磁気ディスクとの間に鏡面吸着が発生しやすく、この鏡面吸着力に打ち勝つために起動時に必要なトルクが大きくなるという問題点がある。磁気ディスクドライブのモーターの起動トルクは省電力化を図るために必ずしも大きくはなく、最悪の場合には吸着のために起動できなくなるおそれがある。このような課題を解決するための有効な手段としては、磁気ディスクとヘッドスライダーの接触面積を小さくして鏡面吸着の発生を防止することが有効である。実際に従来よりディスクの表面にテクスチャー加工と呼ばれる微細な凹凸を設けてスライダーとディスクとの接触面積の低減を図っているが、安定な浮上量を確保する必要性から大きな凹凸を設けることは困難であり、鏡面吸着の発生を完全に対策するには至っていない。

## 【0005】スライダー側のA B S面を特開平9-63

30 030号公報に見られるように、磁気ディスクと同様にA B S面を粗くする試みがなされているが、この技術では粗さのコントロールが困難であることから安定した特性を得るのが難しいという問題点があった。また、安定した製造条件を設定することが困難であった。

【0006】ディスク回転停止時において、ヘッドスライダーとディスク対向面との接触面積を低減させる別の試みとして、特開平6-203514号公報に開示されているように、A B S面の流入端側に段差を設ける方法がある。この方法は磁気ディスクが回転していない時には図6に示すようにスライダーはディスク表面に対して平行でないある角度をもって接することになる。この手段により両者の接触面積は小さく抑えられ、鏡面吸着の発生を防止する手法としては有効である。しかし、ヘッドの電磁変換素子とスライダーのA B S面の流出端からの距離 $t$  とし、さらにA B S面とディスク表面とのなす角を $\theta$  (r a d) とすると、図6に示すように電磁変換素子2と磁気ディスク表面7との距離は $t\theta$  に相当する長さだけ余分に離間することになる。ここで重要なことは電磁変換器のなかでも書き込むためのギャップ部分とディスクまでの距離が磁気ヘッドの出力特性に大きな影

響を持つことである。本明細書において、電磁変換器の記録ギャップ部の位置を電磁変換器の位置  $t$  と規定する。一般に、 $t$  は  $20 \mu\text{m}$  程度である場合が多く、 $\theta$  を  $5 \times 10^{-4} \text{ rad}$ とした場合には  $t \cdot \theta$  の値は  $10 \text{ nm}$  となり、図6に示す従来の磁気ヘッドでは電磁変換素子2とディスク表面7とは  $t \cdot \theta$  の距離を隔てることになる。このように電磁変換素子2とディスク表面7との距離が大きくなってしまうという問題点があり、その解決が望まれていた。

**【0007】** 本発明の目的は停止時におけるヘッドスライダーと磁気ディスクとの接触面積を低減させて、鏡面吸着が発生しない高い信頼性を確保しつつ、磁気ディスク回転時のヘッドギャップとディスク間の距離を小さく保つことのできる磁気ヘッドを提供することにある。

#### 【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、スライダーのABS面の流入端側に段差を設けて磁気ディスク停止時の磁気ディスク表面との鏡面吸着を防止した磁気ヘッドにおいて、そのABS面とディスク表面とのなす角を  $\theta$  (rad)、ABS面の流出端と電磁変換素子との距離を  $t$  とすると、 $t \cdot \theta$  の値を  $5 \text{ nm}$  未満とすることによって達成されるものである。図1にその原理を示す。ここでスライダー6のABS面6は突起または段差によりディスク表面に対して斜めになった状態で停止することからスライダーとディスク表面との接触面積が低減され、鏡面吸着の発生を防止することができる。一方、 $t \cdot \theta$  の値を  $5 \text{ nm}$  未満とすることで電磁変換素子とディスク表面との距離を最小限に止めることができ。この構成により電磁変換特性との両立を図ることも可能となる。ここで  $t \cdot \theta$  を小さくするためには、特に電磁変換素子をABS面の流出端近くに配置することが有効である。スライダー6の流出端側にc部を設け、本発明をより効果的に引き出す構成をとっている。本発明を実施するための手段としては、ABS加工を行う際に正確に位置合わせを行って流出端の極近傍に電磁変換素子を配置させる方法だけでなく、イオンミリングもしくはFIBまたは機械加工等の手法を請求項4または請求項5に示す形状を実現しても良い。

#### 【0009】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施例について詳細に説明する。

(実施例1) スライダー材として  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{TiC}$  を用い、サイズの非常に小さい50%の負圧スライダーをミリング法でABSを加工した。ミリング加工に際しては2つのマスクを用意して、まず本発明のひとつの特徴であるスライダーの凸部を形成した後に、キャビティ部をミリングして図2に示すような形状のスライダーを作成した。図2において、スライダーa部とスライダーb部の段差は  $0.5 \mu\text{m}$  に選び、段差部からスライダー流出端までの距離はおよそ  $1300 \mu\text{m}$  とした。またスライ

ダーb部とキャビティ部15の段差は  $4 \mu\text{m}$  とした。さらに、スライダーの流出端をABS面に対して  $0.5^\circ$  の角度でC部を形成した。図3にその詳細を示す。C部とABS面の接合部と電磁変換素子から距離  $t$  は約  $8 \mu\text{m}$  であった。したがって本実施例において  $t \cdot \theta$  の値は約  $3.1 \text{ nm}$  となる。このスライダー表面にSi下地膜とCVDによるカーボン保護膜を合計  $7 \text{ nm}$  製膜して評価用の試料とした。

**【0010】** (実施例2) 実施例1と同様に  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{TiC}$  の50%負圧スライダーをミリング法でABSを加工して、本発明のひとつの特徴であるスライダーの凸部を有するスライダーを準備した。さらにこのスライダーを図4に示すようにFIBで電磁変換素子よりも流出端より  $8 \mu\text{m}$  の位置でABS面を削り取った。本実施例において  $t \cdot \theta$  の値は約  $3.1 \text{ nm}$  となる。このスライダー表面にSi下地膜とCVDによるカーボン保護膜を合計  $7 \text{ nm}$  製膜して評価用の試料とした。

**【0011】** (比較例1) 実施例1と同様に  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{TiC}$  の50%負圧スライダーをミリング法でABSを加工して、本発明のひとつの特徴であるスライダーの凸部を有するスライダーを準備した。このスライダーを図2のC部に加工を加えずにスライダー表面にSi下地膜とCVDによるカーボン保護膜を合計  $7 \text{ nm}$  製膜して評価用の試料とした。本比較例において電磁変換素子とABS面の流出端までの距離は  $20 \mu\text{m}$  であった。

**【0012】** (比較例2) 実施例1と同様に  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{TiC}$  の50%負圧スライダーをミリング法でABSを加工した。この際に本発明のひとつの特徴であるスライダーの凸部は形成せずに図5に示すようなABS面が同一平面上にあるスライダーを準備した。このスライダーを図2のC部に加工を加えずにスライダー表面にSi下地膜とCVDによるカーボン保護膜を合計  $7 \text{ nm}$  製膜して評価用の試料とした。

**【0013】** 実施例及び比較例の各試料について室温  $30^\circ\text{C}$ 、相対湿度80%の環境下で初期状態での磁気ディスクとの静摩擦係数と5万回CSSを行った後の静摩擦係数を評価するとともに、周速  $10 \text{ m/s ec}$  での電磁変換素子における浮上量を測定した。摩擦係数の測定に使用した磁気ディスクは直径  $9.5 \text{ mm}$  で保護膜として  $1.5 \text{ nm}$  のカーボン膜を有し、表面に液体潤滑剤を  $1.5 \text{ nm}$  程度塗布してある。浮上量の測定はフェーズメトリック社のダイナミックフライングハイドテスターを使用した。それぞれの評価に際して各スライダーはバネ荷重  $3.5 \text{ g f}$  のサスペンションに取り付けて評価を行った。

**【0014】** 表1に静摩擦係数の値を示す。実施例1、実施例2及び比較例1の試料はテスト前後とも比較例よりも摩擦係数が小さく鏡面吸着の発生を防いでいることがわかる。これはスライダー面に段差を設けてディスクとの接触面積を減少させた効果と解釈できる。しかし、

5 nmのカーボン膜を有し、表面に液体潤滑剤を  $1.5 \text{ nm}$  程度塗布してある。浮上量の測定はフェーズメトリック社のダイナミックフライングハイドテスターを使用した。それぞれの評価に際して各スライダーはバネ荷重  $3.5 \text{ g f}$  のサスペンションに取り付けて評価を行った。

**【0015】** 表1に静摩擦係数の値を示す。実施例1、実施例2及び比較例1の試料はテスト前後とも比較例よりも摩擦係数が小さく鏡面吸着の発生を防いでいることがわかる。これはスライダー面に段差を設けてディスクとの接触面積を減少させた効果と解釈できる。しかし、

実施例1、実施例2及び比較例1ではA B S面がディスクに対して $4 \times 10^{-4} \text{ rad}$ 程度と比較的大きな角度がついていると考えられる。このために電磁変換素子からスライダー流出端までの距離が比較的大きい比較例1では電磁変換素子における浮上量が高くなっていることがわかる。これに対して実施例1及び実施例2は電磁変換

素子からスライダー流出端までの距離を $8 \mu\text{m}$ と小さくしていることから、A B S面のディスクに対する傾きが電磁変換素子とディスク表面との距離に及ぼす影響が小さいことが確認された。

## 【0015】

【表1】

試 料	初期摩擦係数	CSS後の摩擦係数	t θ (nm)	浮上量(nm)
実施例1	0.21	0.32	3.1	35.9
実施例2	0.23	0.35	3.1	35.6
比較例1	0.21	0.33	11.5	40.5
比較例2	0.98	2.12	-	32.1

【0016】以上の結果から、ディスク回転停止時にA B Sが磁気ディスク面に対して平行でないある角度θをもって接触させて鏡面吸着を軽減させたスライダーにおいて、流出端と電磁変換素子との距離tを小さくしてt θを5 nm未満とすることで浮上量の増大を防止できることがわかった。

## 【0017】

【発明の効果】本発明によれば、電磁変換素子における浮上量を増大させることなく鏡面吸着が無く静摩擦係数の小さな磁気ヘッドが得られ、長期にわたる信頼性を確保することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を説明する原理図。

【図2】本発明によるスライダーの実施例。

【図3】本発明による流出端の構造図。

【図4】本発明による他の実施例。

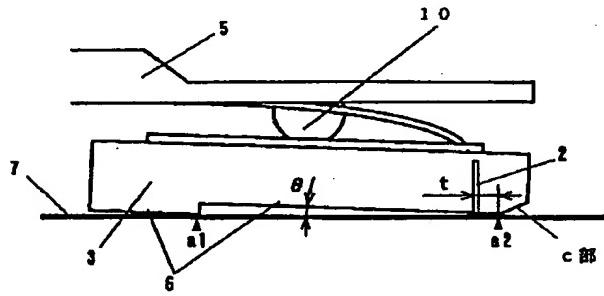
【図5】従来の磁気ヘッドの構成。

【図6】従来技術による鏡面吸着防止の構造。

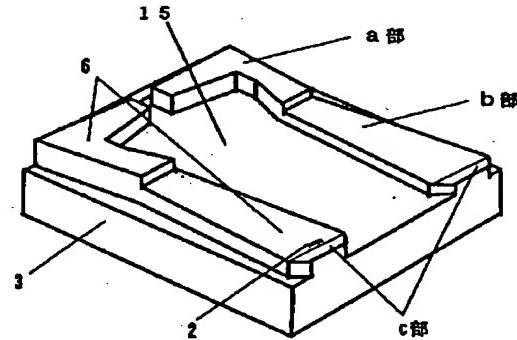
## 20 【符号の説明】

1 磁気ヘッド、2 電磁変換器、3 磁気ヘッドスライダー、4 ジンバル、5 スプリングアーム、6 A B S面、7 磁気ディスク表面、10 ピボット

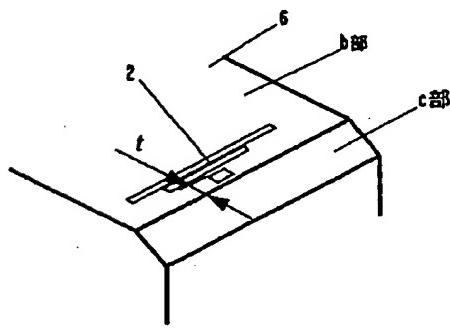
【図1】



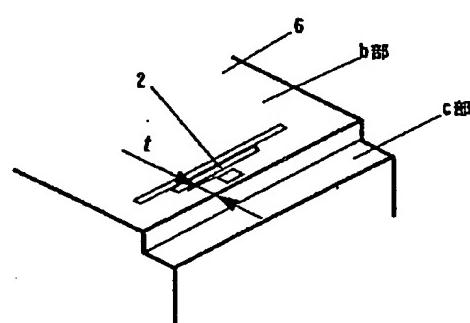
【図2】



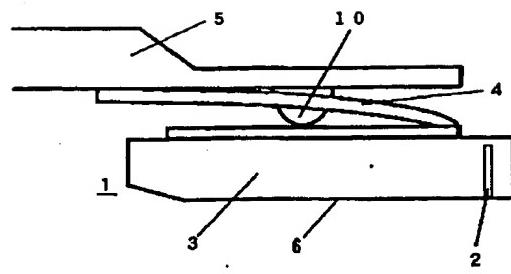
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

